

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-163807

(P2002-163807A)

(43) 公開日 平成14年6月7日 (2002. 6. 7)

(51) Int.Cl.⁷

G 1 1 B 5/39

識別記号

F I

G 1 1 B 5/39

テーマコード(参考)

5 D 0 3 4

審査請求 有 請求項の数41 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2001-311156(P2001-311156)

(22) 出願日 平成13年10月9日 (2001. 10. 9)

(31) 優先権主張番号 09/686191

(32) 優先日 平成12年10月10日 (2000. 10. 10)

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390009531

インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州
アーモンク (番地なし)

(74) 代理人 100086243

弁理士 坂口 博 (外2名)

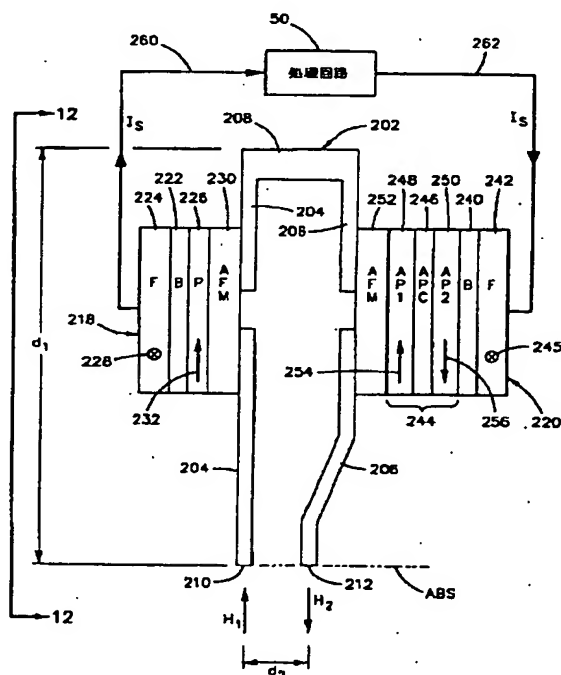
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 差動ヨーク型読み取りヘッド

(57) 【要約】

【課題】 読み取りヘッドをABSにラッピングしたのち、層間での短絡の危険が少ない読み取りヘッドを提供する。

【解決手段】 空気ベアリング面 (ABS) を有する読み取りヘッドは、ヘッド内の、ABSから距離 d_1 の場所で相互接続された第一および第二の脚を有し、第一および第二の脚が、ABSに位置し、距離 d_2 だけ離間した第一および第二のエンド・エッジをそれぞれ有するものであるヨークを含む。第一および第二の脚は、各脚の脚部を磁気的および電氣的に切り離す、ABSと距離 d_1 との間に位置する第一および第二の離隔距離をそれぞれ有する。第一のセンサが前記第一の離隔距離を経て第一の脚に磁気的および電氣的に接続され、第二のセンサが第二の離隔距離を経て第二の脚に磁気的および電氣的に接続されている。第一のセンサは第一のピン層構造を有し、第二のセンサは第二のピン層構造を有し、第一および第二のピン層構造は、互いに対して反平行である第一および第二の磁気モーメントをそれぞれ有する。



1

【特許請求の範囲】

差動ヨーク型読み取りヘッド

【請求項1】 空気ベアリング面（ABS）を有する読み取りヘッドであって、

前記ヘッド内の、前記ABSから距離 d_1 の場所で相互接続された第一および第二の脚を有し、前記第一および第二の脚が、前記ABSに位置し、距離 d_2 だけ離間した第一および第二のエンド・エッジをそれぞれ有するものであるヨークを含み、

前記第一および第二の脚が、各脚の脚部を磁気的および電気的に切り離す、前記ABSと前記距離 d_1 との間に位置する第一および第二の隔離距離をそれぞれ有し、前記第一の隔離距離を経て前記第一の脚に磁気的および電気的に接続された第一のセンサおよび前記第二の隔離距離を経て前記第二の脚に磁気的および電気的に接続された第二のセンサを含み、前記第一のセンサが第一のピン層構造を有し、前記第二のセンサが第二のピン層構造を有し、前記第一および第二のピン層構造が、互いに対して反平行である第一および第二の磁気モーメントをそれぞれ有する読み取りヘッド。

【請求項2】 前記第一のピン層構造が反平行（AP）ピン層構造であり、前記第二のピン層構造が単層ピン層構造である、請求項1記載の読み取りヘッド。

【請求項3】 前記距離 d_2 が、磁気ディスクのトラック上の磁気インプレッション間の距離に等しい、請求項2記載の読み取りヘッド。

【請求項4】 前記第一および第二のセンサをそれぞれ処理回路に相互接続してセンス電流を両センサに導通するための第一および第二のリードを含む、請求項3記載の読み取りヘッド。

【請求項5】 各センサがトンネル接合センサである、請求項4記載の読み取りヘッド。

【請求項6】 各センサがスピン・バルブ・センサである、請求項4記載の読み取りヘッド。

【請求項7】 空気ベアリング面（ABS）を有する磁気読み取りヘッドであって、

磁気モーメントを有する強磁性ピン層構造、

前記ピン層構造の前記磁気モーメントをピンニングするための、前記ピン層構造に交換結合されたピンニング層、

フリー層および前記フリー層と前記ピン層構造との間に位置する分離層を含む第一のセンサと、

磁気モーメントを有する強磁性ピン層構造、

前記ピン層構造の前記磁気モーメントをピンニングするための、前記ピン層構造に交換結合されたピンニング層、

フリー層および前記フリー層と前記ピン層構造との間に位置する分離層を含む第二のセンサと、

前記ヘッド内の、前記ABSから距離 d_1 の場所で相互

接続された第一および第二の脚を有し、前記第一および

第二の脚が、前記ABSに位置し、距離 d_2 だけ離間し

2

た第一および第二のエンド・エッジをそれぞれ有するものであるヨークとを含み、

前記第一および第二の脚が、前記第一および第二の脚の脚部を磁気的および電気的に切り離す、前記ABSと前記距離 d_1 との間に位置する第一および第二の隔離距離をそれぞれ有し、

前記第一のセンサが、前記第一の隔離距離を経て前記第一の脚に磁気的および電気的に接続され、前記第二のセンサが、前記第二の隔離距離を経て前記第二の脚に磁気的および電気的に接続され、

前記第一のセンサの前記ピン層構造が磁気モーメントを有し、前記第二のセンサの前記ピン層構造が磁気モーメントを有し、

前記第一および第二のセンサの前記ピン層構造の前記磁気モーメントが互いに対して反平行である磁気読み取りヘッド。

【請求項8】 第一および第二の非磁性非導電性読み取りギャップ層を含み、

前記ヨークおよび前記センサが前記第一および第二の読み取りギャップ層の間に位置し、

第一および第二の強磁性シールド層を含み、

前記第一および第二の読み取りギャップ層が前記第一および第二のシールド層の間に位置する、請求項7記載の磁気読み取りヘッド。

【請求項9】 前記第二のセンサの前記ピン層構造が、前記第二のセンサの前記ピン層と接する第一の強磁性反平行（AP）ピン層および前記第二のセンサの前記分離層と接する第二の強磁性反平行（AP）ピン層と、前記第一および第二のAPピン層の間に位置し、それらと接する反平行（AP）結合層とを含む反平行（AP）ピン層構造である、請求項8記載の磁気読み取りヘッド。

【請求項10】 前記距離 d_2 が、磁気ディスクのトラック上の磁気インプレッション間の距離に等しい、請求項9記載の磁気読み取りヘッド。

【請求項11】 前記第一および第二のセンサの前記分離層それぞれが非磁性電気絶縁性バリア層であり、前記第一および第二のリードが、前記センス電流を前記センサの前記層の主薄膜面に対して垂直に前記センサに導通するため、前記センサに接続されている、請求項10記載の磁気読み取りヘッド。

【請求項12】 前記第一および第二のセンサの前記分離層それぞれが非磁性導電性スペーサ層であり、センス電流を前記センサの前記層の主薄膜面に対して平行に前記センサに導通するための、前記センサに接続された第一および第二のリードを含む、請求項10記載の磁気読み取りヘッド。

【請求項13】 空気ベアリング面（ABS）を有する磁気ヘッド・アセンブリであって、

磁極先端部とバック・ギャップ部との間に位置するヨー

3

ク部を有する第一および第二の強磁性磁極片層、
前記第一および第二の磁極片層の前記磁極先端部の間に
位置する非磁性書き込みギャップ層および前記第一およ
び第二の磁極片層の前記ヨーク部の間に位置する、その
中に埋め込まれた少なくとも一つのコイル層を有する絶
縁スタックを含み、前記第一および第二の磁極片層がそ
れらのバック・ギャップ部で接続されているものである
書き込みヘッドと、

磁気モーメントを有する強磁性ピン層構造、
前記ピン層構造の前記磁気モーメントをピンニングするた
めの、前記ピン層構造に交換結合されたピンニング層、
フリー層および前記フリー層と前記ピン層構造との間に
位置する分離層を含む第一のセンサ、
磁気モーメントを有する強磁性ピン層構造、
前記ピン層構造の前記磁気モーメントをピンニングするた
めの、前記ピン層構造に交換結合されたピンニング層、
フリー層および前記フリー層と前記ピン層構造との間に
位置する分離層を含む第二のセンサを含む読み取りヘッ
ドと、

前記ヘッド内の、前記 A B S から距離 d_1 の場所で相互
接続された第一および第二の脚を有し、前記第一および
第二の脚が、前記 A B S に位置し、距離 d_2 だけ離間し
た第一および第二のエンド・エッジをそれぞれ有するも
のであるヨークとを含み、

前記第一および第二の脚が、前記第一および第二の脚の
脚部を磁気的および電気的に切り離す、前記 A B S と前
記距離 d_1 との間に位置する第一および第二の隔離距離
をそれぞれ有し、

前記第一のセンサが、前記第一の隔離距離を経て前記第
一の脚に磁気的および電気的に接続され、前記第二のセ
ンサが、前記第二の隔離距離を経て前記第二の脚に磁気
的および電気的に接続され、

前記第一のセンサの前記ピン層構造が磁気モーメントを
有し、前記第二のセンサの前記ピン層構造が磁気モー
メントを有し、

前記第一および第二のセンサの前記ピン層構造の前記磁
気モーメントが互いに対して反平行であり、
第一および第二の非磁性非導電性読み取りギャップ層を
含み、

前記ヨークおよび前記センサが、前記第一および第二の
読み取りギャップ層の間に位置し、

第一の強磁性シールド層を含み、

前記第一および第二のギャップ層が前記第一のシールド
層と前記第一の磁極片層との間に位置する磁気ヘッド・
アセンブリ。

【請求項 14】 第二の強磁性シールド層と、

前記第二のシールド層と前記第一の磁極片層との間に位
置する非磁性絶縁層とを含む、請求項 13 記載の磁気ヘ
ッド・アセンブリ。

【請求項 15】 前記第二のセンサの前記ピン層構造が、

4

前記第二のセンサの前記ピン層と接する第一の強磁
性反平行 (A P) ピン層および前記第二のセンサの前記
分離層と接する第二の強磁性反平行 (A P) ピン層と、
前記第一および第二の A P ピン層の間に位置し、それら
と接する反平行 (A P) 結合層とを含む反平行 (A P)
ピン層構造である、請求項 13 記載の磁気ヘッド・アセ
ンブリ。

【請求項 16】 前記距離 d_2 が、磁気ディスクのトラッ
ク上の磁気インプレッション間の距離に等しい、請求項
15 記載の磁気ヘッド・アセンブリ。

【請求項 17】 前記第一および第二のセンサの前記分離
層それぞれが非磁性電気絶縁性バリア層であり、
前記第一および第二のリードが、前記センス電流を前記
センサの前記層の主薄膜面に対して垂直に前記センサに
導通するため、前記センサに接続されている、請求項 1
6 記載の磁気読み取りヘッド・アセンブリ。

【請求項 18】 前記第一および第二のセンサの前記分離
層それぞれが非磁性導電性スペーサ層であり、
センス電流を前記センサの前記層の主薄膜面に対して平
行に前記センサに導通するための、前記センサに接続さ
れた第一および第二のリードを含む、請求項 16 記載の
磁気ヘッド・アセンブリ。

【請求項 19】 空気ベアリング面 (A B S) を有し、書
き込みヘッドおよび読み取りヘッドを含む少なくとも一
つの磁気ヘッド・アセンブリを含む磁気ディスク・ドラ
イブであって、

磁極先端部とバック・ギャップ部との間に位置するヨー
ク部を有する第一および第二の強磁性磁極片層、

前記第一および第二の磁極片層の磁極先端部の間に位
置する非磁性書き込みギャップ層および前記第一および第
二の磁極片層の前記ヨーク部の間に位置する、その中に
埋め込まれた少なくとも一つのコイル層を有する絶縁ス
タックを含み、

前記第一および第二の磁極片層がそれらのバック・ギャ
ップ部で接続されているものである書き込みヘッドと、

磁気モーメントを有する強磁性ピン層構造、
前記ピン層構造の前記磁気モーメントをピンニングするた
めの、前記ピン層構造に交換結合されたピンニング層、
フリー層および前記フリー層と前記ピン層構造との間に
位置する分離層を含む第一のセンサ、

磁気モーメントを有する強磁性ピン層構造、
前記ピン層構造の前記磁気モーメントをピンニングするた
めの、前記ピン層構造に交換結合されたピンニング層、
フリー層および前記フリー層と前記ピン層構造との間に
位置する分離層を含む第二のセンサ、を含む読み取りヘ
ッドと、

前記ヘッド内の、前記 A B S から距離 d_1 の場所で相互
接続された第一および第二の脚を有し、前記第一および
第二の脚が、前記 A B S に位置し、距離 d_2 だけ離間し
た第一および第二のエンド・エッジをそれぞれ有するも

5

のであるヨークとを含み、
 前記第一および第二の脚が、前記第一および第二の脚の脚部を磁気的および電氣的に切り離す、前記 A B S と前記距離 d_1 との間に位置する第一および第二の離隔距離をそれぞれ有し、
 前記第一のセンサが、前記第一の離隔距離を経て前記第一の脚に磁気的および電氣的に接続され、前記第二のセンサが、前記第二の離隔距離を経て前記第二の脚に磁気的および電氣的に接続され、
 前記第一のセンサの前記ピン層構造が磁気モーメントを有し、前記第二のセンサの前記ピン層構造が磁気モーメントを有し、
 前記第一および第二のセンサの前記ピン層構造の前記磁気モーメントが互いに対して反平行であり、
 第一および第二の非磁性非導電性読み取りギャップ層を含み、
 前記ヨークおよび前記センサが前記第一および第二の読み取りギャップ層の間に位置し、
 第一の強磁性シールド層を含み、
 前記第一および第二のギャップ層が前記第一のシールド層と前記第一の磁極片層との間に位置し、
 ハウジングと、
 前記ハウジング中に回転可能に支持され、複数のトラック上に一連の磁気インプレッションを、前記距離 d_2 に等しいインプレッション間の距離 d_3 で有する磁気ディスクと、
 前記磁気ヘッド・アセンブリが前記磁気ディスクとで変換関係になるよう前記 A B S が前記磁気ディスクと接する状態で磁気ヘッド・アセンブリを支持するための、前記ハウジングに取り付けられた支持体と、
 前記磁気ディスクを回転させるためのスピンドル・モータと、
 前記磁気ヘッドを前記磁気ディスクに対して複数の位置に移動させるための、前記支持体に接続されたアクチュエータ配置手段と、
 前記磁気ヘッドとで交信し、前記磁気ディスクの動きを制御し、前記磁気ヘッドの位置を制御するための、前記磁気ヘッド、前記スピンドル・モータおよび前記アクチュエータに接続されたプロセッサを含む磁気ディスク・ドライブ。
 【請求項 20】第二の強磁性シールド層と、
 前記第二のシールド層と前記第一の磁極片層との間に位置する非磁性絶縁層とを含む、請求項 19 記載の磁気ディスク・ドライブ。
 【請求項 21】前記第二のセンサの前記ピン層構造が、前記第二のセンサの前記ピン層と接する第一の強磁性反平行 (A P) ピン層および前記第二のセンサの前記分離層と接する第二の強磁性反平行 (A P) ピン層と、前記第一および第二の A P ピン層の間に位置し、それらと接する反平行 (A P) 結合層を含む反平行 (A P)

6

ピン層構造である、請求項 19 記載の磁気ディスク・ドライブ。

【請求項 22】前記第一および第二のセンサの前記分離層それぞれが非磁性電気絶縁性バリア層として形成されており、

前記センス電流が前記センサの前記層の主薄膜面に対して垂直に前記センサに導通されるよう、前記第一および第二のリードが前記センサに接続されている、請求項 21 記載の磁気ディスク・ドライブ。

【請求項 23】前記第一および第二のセンサの前記分離層それぞれが非磁性導電性スペーサ層として形成されており、

センス電流が前記センサの前記層の主薄膜面に対して平行に前記センサに導通されるよう、第一および第二のリードが前記センサに接続されている、請求項 21 記載の磁気ディスク・ドライブ。

【請求項 24】空気ベアリング面 (A B S) を有する読み取りヘッドの製造方法であって、

前記ヘッド内の、前記 A B S から距離 d_1 の場所で相互接続された第一および第二の脚を有し、前記第一および第二の脚が、前記 A B S に位置し、距離 d_2 だけ離間した第一および第二のエンド・エッジをそれぞれ有するものであるヨークを形成するステップと、

前記第一および第二の脚を、各脚の脚部を磁気的および電氣的に切り離す、それぞれ前記 A B S と前記距離 d_1 との間の第一および第二の離隔距離をもって形成するステップと、

第一のセンサを前記第一の離隔距離を経て前記第一の脚に磁気的および電氣的に接続し、第二のセンサを前記第二の離隔距離を経て前記第二の脚に磁気的および電氣的に接続するステップと、

前記第一のセンサを第一のピン層構造で形成し、前記第二のセンサを第二のピン層構造で形成するステップとを含む、前記第一および第二のピン層構造が、互いに対して反平行である第一および第二の磁気モーメントをそれぞれ有する方法。

【請求項 25】前記第一のピン層構造を反平行 (A P) ピン層構造として形成し、前記第二のピン層構造を単層ピン層構造として形成する、請求項 24 記載の読み取りヘッド製造方法。

【請求項 26】前記距離 d_2 を、磁気ディスクのトラック上の磁気インプレッション間の距離に等しく形成する、請求項 25 記載の読み取りヘッド製造方法。

【請求項 27】第一および第二のリードをそれぞれ前記第一および第二のセンサに接続してセンス電流を両センサに導通するステップを含む、請求項 26 記載の読み取りヘッド製造方法。

【請求項 28】各センサをトンネル接合センサとして形成する、請求項 27 記載の読み取りヘッド製造方法。

【請求項 29】各センサをスピン・バルブ・センサとし

て形成する、請求項27記載の読み取りヘッド製造方法。

【請求項30】空気ベアリング面(ABS)を有する磁気読み取りヘッドの製造方法であって、磁気モーメントを有する強磁性ピン層構造を形成するステップ、

前記ピン層構造の前記磁気モーメントをビニングするための、前記ピン層構造に交換結合されたビニング層を形成するステップ、

フリー層を形成するステップおよび前記フリー層と前記ピン層構造との間に分離層を形成するステップを含む、第一のセンサを形成するステップと、

磁気モーメントを有する強磁性ピン層構造を形成するステップ、

前記ピン層構造の前記磁気モーメントをビニングするための、前記ピン層構造に交換結合されたビニング層を形成するステップ、

フリー層を形成するステップおよび前記フリー層と前記ピン層構造との間に分離層を形成するステップを含む、第二のセンサを形成するステップと、

前記ヘッド内の、前記ABSから距離 d_1 の場所で相互接続された第一および第二の脚を有し、前記第一および第二の脚が、前記ABSに位置し、距離 d_2 だけ離間した第一および第二のエンド・エッジをそれぞれ有するものであるヨークを形成するステップと、

前記第一および第二の脚を、前記第一および第二の脚の脚部を磁気的および電氣的に切り離す、それぞれ前記ABSと前記距離 d_1 との間の第一および第二の隔離距離をもつて形成するステップと、

前記第一のセンサを前記第一の隔離距離を経て前記第一の脚に磁気的および電氣的に接続し、前記第二のセンサを前記第二の隔離距離を経て前記第二の脚に磁気的および電氣的に接続するステップと、

磁気モーメントを有する前記第一のセンサの前記ピン層構造を形成し、磁気モーメントを有する前記第二のセンサの前記ピン層構造を形成するステップとを含み、前記第一および第二のセンサの前記ピン層構造の前記磁気モーメントが互いに対して反平行である磁気読み取りヘッド製造方法。

【請求項31】第一および第二の非磁性非導電性読み取りギャップ層を形成するステップと、

前記第一および第二の読み取りギャップ層の間に前記ヨークおよび前記センサを形成するステップと、

第一および第二の強磁性シールド層を形成するステップと、

前記第一および第二のシールド層の間に前記第一および第二の読み取りギャップ層を形成するステップとを含む、請求項30記載の磁気読み取りヘッド製造方法。

【請求項32】前記第二のセンサの前記ピン層構造を、前記第二のセンサの前記ビニング層と接する第一の強磁

性反平行(AP)ピン層および前記第二のセンサの前記分離層と接する第二の強磁性反平行(AP)ピン層を形成するステップと、

前記第一および第二のAPピン層の間に位置し、それらと接する反平行(AP)結合層を形成するステップとによって製造する、請求項31記載の磁気読み取りヘッド製造方法。

【請求項33】前記距離 d_2 を、磁気ディスクのトラック上の磁気インプレッション間の距離に等しく形成する、請求項32記載の磁気読み取りヘッド製造方法。

【請求項34】前記第一および第二のセンサの前記分離層それぞれを非磁性電気絶縁性バリア層として形成するステップと、

前記センス電流が前記センサの前記層の主薄膜面に対して垂直に前記センサに導通されるよう、前記第一および第二のリードを前記センサに接続するステップとを含む、請求項33記載の磁気読み取りヘッド製造方法。

【請求項35】前記第一および第二のセンサの前記分離層それぞれを非磁性導電性スペーサ層として形成するステップと、

センス電流が前記センサの前記層の主薄膜面に対して平行に前記センサに導通されるよう、第一および第二のリードを前記センサに接続するステップとを含む、請求項33記載の磁気読み取りヘッド製造方法。

【請求項36】空気ベアリング面(ABS)を有する磁気ヘッド・アセンブリの製造方法であって、

磁極先端、ヨークおよびバック・ギャップ領域中(前記ヨーク領域が前記磁極先端領域と前記バック・ギャップ領域との間に位置する)に第一および第二の強磁性磁極片層を形成するステップ、

前記第一および第二の磁極片層の間で前記磁極先端領域に非磁性非導電性書き込みギャップ層を形成するステップ、

前記第一および第二の磁極片層の間で前記ヨーク領域に埋め込まれた少なくとも一つのコイル層を有する絶縁スタックを形成するステップおよび前記第一および第二の磁極片層を前記バック・ギャップ領域で接続するステップを含む、書き込みヘッドを製造するステップと、磁気モーメントを有する強磁性ピン層構造を形成するステップ、

前記ピン層構造の前記磁気モーメントをビニングするための、前記ピン層構造に交換結合されたビニング層を形成するステップ、

フリー層を形成するステップおよび前記フリー層と前記ピン層構造との間に分離層を形成するステップを含む、第一のセンサを形成するステップならびに磁気モーメントを有する強磁性ピン層構造を形成するステップ、前記ピン層構造の前記磁気モーメントをビニングするための、前記ピン層構造に交換結合されたビニング層を形成するステップ、

10

20

30

40

50

フリー層を形成するステップおよび前記フリー層と前記ピン層構造との間に分離層を形成するステップを含む、第二のセンサを形成するステップを含む、読み取りヘッドを形成するステップと、

前記ヘッド内の、前記ABSから距離 d_1 の場所で相互接続された第一および第二の脚を有し、前記第一および第二の脚が、前記ABSに位置し、距離 d_2 だけ離間した第一および第二のエンド・エッジをそれぞれ有するものであるヨークを形成するステップと、

前記第一および第二の脚を、それぞれ前記第一および第二の脚の脚部を磁気的および電気的に切り離す、それぞれ前記ABSと前記距離 d_1 との間の第一および第二の離隔距離をもって形成するステップと、

前記第一のセンサを前記第一の隔離距離を経て前記第一の脚に磁気的および電気的に接続し、前記第二のセンサを前記第二の隔離距離を経て前記第二の脚に磁気的および電気的に接続するステップと、

磁気モーメントを有する前記第一のセンサの前記ピン層構造を形成し、磁気モーメントを有する前記第二のセンサの前記ピン層構造を形成するステップとを含み、前記第一および第二のセンサの前記ピン層構造の前記磁気モーメントが互いに対して反平行である、磁気ヘッド・アセンブリ製造方法。

【請求項37】第二の強磁性シールド層を形成するステップと、

前記第二のシールド層と前記第一の磁極片層との間に非磁性絶縁層を形成するステップとを含む、請求項36記載の磁気ヘッド・アセンブリ製造方法。

【請求項38】前記第二のセンサの前記ピン層構造を、前記第二のセンサの前記ピン層と接する第一の強磁性反平行(AP)ピン層および前記第二のセンサの前記分離層と接する第二の強磁性反平行(AP)ピン層を形成するステップと、

前記第一および第二のAPピン層の間に位置し、それらと接する反平行(AP)結合層を形成するステップとによって形成する、請求項36記載の磁気ヘッド・アセンブリ製造方法。

【請求項39】前記距離 d_2 を、磁気ディスクのトラック上の磁気インプレッション間の距離に等しく形成する、請求項38記載の磁気ヘッド・アセンブリ製造方法。

【請求項40】前記第一および第二のセンサの前記分離層それぞれを非磁性電気絶縁性バリア層として形成するステップと、

前記センス電流が前記センサの前記層の主薄膜面に対して垂直に前記センサに導通されるよう、前記第一および第二のリードを前記センサに接続するステップとを含む、請求項39記載の磁気ヘッド・アセンブリ製造方法。

【請求項41】前記第一および第二のセンサの前記分離

層それぞれを非磁性導電性スペーサ層として形成するステップと、

センス電流が前記センサの前記層の主薄膜面に対して平行に前記センサに導通されるよう、第一および第二のリードを前記センサに接続するステップとを含む、請求項39記載の磁気ヘッド・アセンブリ製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、差動ヨーク型読み取りヘッドに関し、より具体的には、空気ベアリング面から離れた場所にあるヨークの第一および第二の脚に位置し、互いに対して 180° 位相外れにある磁気モーメントを有するピン層を有する第一および第二のセンサに関する。

【0002】

【従来の技術】コンピュータの心臓部には、回転磁気ディスクと、読み取りおよび書き込みヘッドを有するスライダと、回転ディスク上のサスペンション・アームと、サスペンション・アームを回転させて読み取りおよび書き込みヘッドを回転ディスク上の選択された円形トラックの上に配置するアクチュエータ・アームとを含む磁気ディスク・ドライブがある。ディスクが回転していないときは、サスペンション・アームがスライダを偏らせてディスク表面と接触させるが、ディスクが回転すると、回転するディスクにより、スライダの空気ベアリング面(ABS)に隣接して空気が渦巻き、スライダを、ABSを回転ディスクに面するセンサの露出面にして回転ディスクの表面からわずかに離れたところで空気ベアリングに載せる。スライダが空気ベアリングに載ると、書き込みおよび読み取りヘッドは、磁気インプレッションを回転ディスクに書き込み、磁気信号フィールドを回転ディスクから読み取るために使用される。読み取りおよび書き込みヘッドは、書き込みおよび読み取り機能を実現するコンピュータ・プログラムにしたがって作動する処理回路に接続されている。

【0003】高性能読み取りヘッドの一例は、回転磁気ディスクから磁気信号フィールドを感知するためにトンネル接合センサを使用する。このセンサは、強磁性ピン層と強磁性フリー層との間に挟まれた絶縁性トンネルまたはバリア層を含む。反強磁性ピン層がピン層と接して、ピン層の磁気モーメントを空気ベアリング面(ABS)に対して 90° にピン層する。トンネル接合センサは、第一および第二の強磁性シールド層の間に位置している。第一および第二のシールド層であってもよい第一および第二のリードがトンネル接合センサに接続されてその中にセンス電流を導通させる。センス電流は、センス電流が主薄膜面(CIP)に対して平行に導通されるスピンのバルブ・センサとは対照的に、センサの主薄膜面(CPP)に対して垂直に導通される。フリー層の磁気モーメントは、回転磁気ディスクからの正および

負の磁気信号フィールドに応答して、静止またはゼロバイアス点位置からABSに対して上下に回転することができる。ABSに対して好ましくは平行であるフリー層の磁気モーメントの静止位置は、回転磁気ディスクからの磁場信号なしでセンス電流がセンサに導通されときの位置である。

【0004】ピン層およびフリー層の磁気モーメントが互いに対して平行であるとき、センス電流(I_s)に対するトンネル接合センサの抵抗は最小になり、それらの磁気モーメントが反平行であるとき、センス電流

(I_s)に対するトンネル接合センサの抵抗は最大になる。トンネル接合センサの抵抗の変化は $\cos \theta$ の関数である(θ は、ピン層の磁気モーメントとフリー層の磁気モーメントとの角度である)。センス電流(I_s)がトンネル接合センサ中に導通されると、回転磁気ディスクからの信号フィールドによる抵抗の変化が電位の変化を生じさせ、これがプレイバック信号として検出され、処理される。トンネル接合センサの感度は、磁気抵抗係数 dr/R として定量化される(dr は、トンネル接合センサの抵抗における最小抵抗(フリー層の磁気モーメントとピン層の磁気モーメントとが平行)から最大抵抗(フリー層の磁気モーメントとピン層の磁気モーメントとが反平行)への変化であり、 R は、最小抵抗におけるトンネル接合センサの抵抗である)。トンネル接合センサの dr/R は、スピン・バルブ・センサの場合の10%に比較して40%のオーダになることができる。

【0005】各磁気ヘッド・アセンブリが読み取りヘッドと書き込みヘッドとの組み合わせを含む磁気ヘッド・アセンブリは、ウェーハ上で行列に構成される。ウェーハ・レベルで完成したのち、ウェーハは磁気ヘッド・アセンブリの行にダイシングされ、各行が研磨工程によってラッピングされて、行が所定の空気ベアリング面(ABS)に仕上げられる。典型的なトンネル接合読み取りヘッドでは、すべての層がABS、すなわち、第一のシールド層、シード層、フリー層、バリア層、ピン層、ピン層および第二のシールド層それぞれの第一のエッジで露出する。これらの層の第二のエッジはヘッドで凹んでいる。バリア層は、フリー層とピン層とをABSで互いに非常に近づける、20Åのオーダの非常に薄い層である。トンネル接合ヘッド・アセンブリの行をラッピングするときには、フリー層およびピン層からの磁性材料がABSで磨耗してそれらの間で短絡を起こす危険が高い。スピン・バルブ・ヘッド・アセンブリの行をラッピングするときには、シールド層と、フリー層およびピン層のいずれかまたは両方との間で磁性材料が磨耗する危険が高い。しかし、トンネル接合読み取りヘッドの場合、センス電流が各層に対して平行ではなく垂直に導通されるため、短絡の危険はより高い。したがって、トンネル接合型であるかスピン・バルブ型であるかにかかわらず、ラッピングによる、ABSでの層間の短絡の危険

のない磁気ヘッド・アセンブリを構成する必要性が強く感じられる。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、磁気ヘッドがABSにラッピングされた後の、トンネル接合型センサまたはスピン・バルブ型センサの層間の短絡を最小限にする。これは、ヘッド内の、ABSから距離 d_1 の場所で相互接続された第一および第二の脚を有するヨークであって、第一および第二の脚が、ABSに位置し、距離 d_2 だけ離間した第一および第二のエッジをそれぞれ有し、第一および第二の脚が、ABSと距離 d_1 との間に位置する第一および第二の離隔距離をそれぞれ有し、第一および第二の離隔距離が、ヨークの各脚の脚部を磁氣的に切り離すヨークを設けることによって達成される。第一のセンサが、第一の離隔距離を経て第一の脚に接続され、第二のセンサが、第二の離隔距離を経て第二の脚に接続されている。第一のセンサは第一のピン層構造を有し、第二のセンサは第二のピン層構造を有し、第一および第二のピン層構造は、互いに対して反平行である第一および第二の磁気モーメントをそれぞれ有する。ABSにおける第一および第二の脚のエンド・エッジ間の距離 d_2 は、磁気ディスクのトラック上の磁気インプレッション間の距離に等しい。したがって、エンド・エッジがトラック上に配置された状態で磁気ディスクが回転すると、一方のエンド・エッジが、ヘッドに対して出入りするフィールド信号を受け、他方のエンド・エッジが、反対方向にあるフィールド信号を受ける。各フィールド信号は各センサの抵抗を変化させ、これらの抵抗がセンス電流回路で合わされ、処理回路によってプレイバック信号として処理される。1センサ型読み取りヘッドに比較して信号が有意に増大するだけでなく、回路のノイズが同相除去によってキャンセルされる。一方のセンサは好ましくは反平行(AP)ピン型スピン・バルブ・センサであり、他方のセンサは好ましくは単層ピン型センサである。この構造により、ピン層構造の間の分離層に隣接するピン層構造は、反平行(互いに対して位相外れ)である磁気モーメントを有し、その結果、スピン・バルブ・センサの抵抗における変化がセンサ電流回路中で合わされる。本発明は、水平方向に記録される磁気媒体または垂直方向に記録される磁気媒体のいずれにも使用することができる。好ましい実施態様では、各センサはトンネル接合型のセンサであるが、各センサは、スピン・バルブ型センサであってもよい。いずれの実施態様でも、センサの強磁性層の間またはこれらの層と第一および第二のシールド層との間の磨耗の危険が減少して、読み取りヘッドがABSにラッピングされた後の読み取りヘッドの層の間の短絡の危険が最小限になる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、読み取りヘッドをABSにラッピングしたのち、層間での短

絡の危険が少ない読み取りヘッドを提供することである。

【0008】もう一つの目的は、信号および同相ノイズ除去を有意に増大させた前記読み取りヘッドを提供することである。

【0009】さらなる目的は、前記読み取りヘッド1個以上を有する磁気ディスク・ドライブであって、ドライブ中の磁気ディスクが、磁気インプレッションからフィールド信号を受けるための、ABSにおける読み取りヘッドのエンド・エッジ間の距離に等しい、ディスクのトラック上の磁気インプレッション間の距離を有する磁気ディスク・ドライブを提供することである。

【0010】

【発明の実施の形態】磁気ディスク・ドライブ
ここで図面を参照するが、いくつかの図面を通じて同様な符号が同種または類似した部品を指定する。図1〜3は、磁気ディスク・ドライブ30を示す。ドライブ30は、磁気ディスク34を支持し、回転させるスピンドル32を含む。スピンドル32は、モータ制御装置38によって制御されるスピンドル・モータ36によって回される。スライダ42が、組み合わせ読み書き磁気ヘッド40を有し、アクチュエータ47によって回転可能に配置されるサスペンション44およびアクチュエータ・アーム46によって支持されている。図3に示すように、大容量直接アクセス記憶装置(DASD)には、複数のディスク、スライダおよびサスペンションを使用することもできる。サスペンション44およびアクチュエータ・アーム46は、アクチュエータ47によって動かされて、スライダ42を、磁気ヘッド40が磁気ディスク34の表面とで変換関係になるように配置する。ディスク34がスピンドル・モータ36によって回されると、スライダは、ディスク34の表面と空気ベアリング面(ABS)48との間で薄い(通常は0.05 μ m)空気のクッション(空気ベアリング)の上に支持される。すると、磁気ヘッド40は、ディスク34の表面の多数の円形トラックに情報を書き込み、またそこから情報を読み取るために使用することができる。処理回路50が、そのような情報を表す信号をヘッド40とで交換し、磁気ディスク34を回転させるためのスピンドル・モータ駆動信号を提供し、スライダを異なるトラックに移動させるための制御信号をアクチュエータに提供する。図4では、スライダ42は、サスペンション44に取り付けた状態で示されている。以下に記載する部品は、図3に示すようにハウジングのフレーム54に取り付けることもできる。

【0011】図5は、スライダ42および磁気ヘッド40のABS図である。スライダは、磁気ヘッド40を支持するセンタ・レール56ならびにサイド・レール58および60を有している。レール56、58および60はクロス・レール62から延びている。磁気ディスク3

4の回転に関して、クロス・レール62はスライダの前縁64にあり、磁気ヘッド40はスライダの後縁66にある。

【0012】図6は、書き込みヘッド部70および読み取りヘッド部72を含み、その読み取りヘッド部が本発明のトンネル接合センサ74を使用しているビギンバック磁気ヘッド40の断面図である。図8は、図6のABS図である。センサおよび絶縁層75ならびに第一および第二の非磁性電気絶縁性読み取りギャップ層(G1)76および(G2)78の間に位置するセンサを分けるために、非磁性電気絶縁層75が使用されている。絶縁層75、76および78は、酸化アルミニウム(Al₂O₃)であってもよい。第一および第二の読み取りギャップ層76および78は、第一および第二の強磁性シールド層80および82の間に挟まれている。外部磁場に応答して、トンネル接合センサ74の抵抗が変化する。センサに導通されるセンス電流(I_s)が、これらの抵抗変化を電位変化として顕在化させる。そして、これらの電位変化は、図3に示す処理回路50によってリードバック信号として処理される。センス電流(I_s)は、以下さらに詳細に論じる第一および第二のリードにより、トンネル接合センサ74中をその主薄膜面に対して垂直に導通される。場合によっては、センサは、以下さらに詳細に論じるスピン・バルブ・センサであってもよい。

【0013】磁気ヘッド40の書き込みヘッド部70は、第一および第二の絶縁層86および88の間に挟まれたコイル層84を含む。コイル層84によって生じる第二の絶縁層中のリプルを除去するためにヘッドを平面化するために第三の絶縁層90を使用してもよい。当該技術では、第一、第二および第三の絶縁層を「絶縁スタック」と呼ぶ。コイル層84ならびに第一、第二および第三の絶縁層86、88および90は、第一および第二の磁極片層92および94の間に挟まれている。第一および第二の磁極片層92および94は、バック・ギャップ96で磁気的に結合され、ABSで書き込みギャップ層102によって分けられた第一および第二の磁極先端98および100を有している。第二のシールド層82と第一の磁極片層92との間には絶縁層103が位置している。第二のシールド層82と第一の磁極片層92とは別々の層であるため、このヘッドはビギンバック・ヘッドとして公知である。図2および4に示すように、第一および第二のはんだ接続104および106が、スピン・バルブ・センサ74からのリードをサスペンション44上のリード112および114に接続し、第三および第四のはんだ接続116および118が、コイル84(図10参照)からのリード120および122をサスペンション上のリード124および126に接続している。

【0014】図7および9は、第二のシールド層82と

15

第一の磁極片層92とが共通の層であることを除き、図6および8と同じである。このタイプのヘッドは、組み合わせ磁気ヘッドとして公知である。図6および8のビギンバック・ヘッドの絶縁層103は省略されている。

【0015】本発明

図11は、1対のトンネル接合型センサを使用する本発明の一つの実施態様200の側面図である。実施態様200は、ヘッド内でABSから距離 d_1 のところでは適当な手段、たとえばクロス・ピース208によって相互接続された第一および第二の脚204および206を有するヨーク202を有する。第一および第二の脚204および206は、ABSに位置し、以下さらに詳細に論じる距離 d_2 だけ離間している第一および第二のエンド・エッジ210および212をそれぞれ有する。

【0016】第一および第二の脚204および206は、ABSと距離 d_1 との間に位置する、各脚の脚部を電気的および磁氣的に切り離す第一および第二の離隔距離214および216を有する。第一のトンネル接合センサ218が第一の離隔距離214を経て第一の脚に磁氣的に接続され、第二のトンネル接合センサ220が第二の離隔距離216を経て第二の脚に接続されている。図12は、第一の脚204の脚部を架橋する第一のトンネル接合センサ218を示す、図11の12-12面から見た図である。トンネル接合220および脚206の図があるならば、図12と同様な図になるであろう。

【0017】第一のトンネル接合センサ218は、強磁性フリー層(F)224と強磁性ピン層(P)226との間に位置する電気絶縁性の非磁性バリア層(B)222を含む。フリー層224は、図11に示すように、ABSおよびセンサ218の層の主薄膜面に対して平行である磁気モーメント228を紙面に出入りする方向に有する。ピン層226は、図11に示すように、ABSに対して垂直なピン層の磁気モーメント232をヘッドに出入りする方向にピニングする反強磁性(AFM)ピニング層230と接し、それと交換結合されている。第二のトンネル接合センサ220は、フリー層242と反平行(AP)ピン層構造244との間に位置する電気絶縁性の非磁性バリア層(B)240を含む。フリー層242は、図11に示すように、ABSおよびセンサの主薄膜面に対して平行である磁気モーメント245をセンサに出入りする方向に有する。APピン層構造244は、第一および第二の強磁性APピン層(AP1)248および(AP2)250の間に位置する反平行結合層(APC)246を含む。第一のAPピン層248は、図11に示すように、ABSに対して垂直な第一のAPピン層の磁気モーメント254を読み取りヘッドに出入りする方向にピニングする反強磁性(AFM)ピニング層252と接し、それと交換結合されている。第一および第二のAPピン層248および250の間の強力な反平行結合により、第二のAPピン層250は、磁気モーメント254に対して反平行である磁気モーメント256を有する。この構造が、磁気モーメント256および232を互いに対して反平行または位相外れにし、それが、第一および第二のトンネル接合センサ218および220の抵抗を合わせて読み取りヘッドの信号を増大させる。

16

【0018】トンネル接合センサ218および220の層は、バリア層222および240を除くすべてが導電性である。材料の例は、フリー層224および242にはニッケル鉄(NiFe)であり、バリア層222および240には酸化アルミニウム(Al_2O_3)であり、ピン層226、248および250にはコバルト(Co)またはコバルト鉄(CoFe)であり、反平行結合層246にはルテニウム(Ru)であり、反強磁性層230および252には白金マンガン(PtMn)である。

【0019】図11に示すように、第一のリード260が第一のトンネル接合センサ218を処理回路50に接続し、第二のリード262が第二のトンネル接合センサ220を処理回路50に接続している。第一のリード260は、フリー層224の薄膜面の中央部に接続してもよく、第二のリード262は、フリー層242の薄膜面の中央部に接続してもよい。図11に示すように、センサ218および220それぞれは、ヨーク202の頂部に電気的に接続されている。ヨークは、磁氣的および電気的に伝導性であるよう、好ましくはニッケル鉄(NiFe)である。したがって、第一および第二のトンネル接合センサ218および220と処理回路50とは互いに直列であり、その結果、処理回路50によって発生するセンス電流 I_s は、第一のトンネル接合センサ218をセンサの薄膜面に対して垂直に通過し、そこからヨーク202の頂部を通過し、そこから第二のトンネル接合センサ220の薄膜面に対して垂直に通過し、そこから処理回路50に導通されて直列回路を完成させる。

【0020】エンド・エッジ210と212との距離 d_2 は、以下さらに詳細に論じる、回転ディスクのトラック上の磁気インプレッション間の距離に等しい大きさである。ここで、信号フィールド H_1 がエンド・エッジ210で上向きであると仮定するならば、これは、磁気モーメント228をヘッドの中へと上に回転させる。これが、磁気モーメント228および232を互いに対してより平行にし、それがトンネル接合センサ218の抵抗を減らす。信号フィールド H_2 がエンド・エッジ212の近くで下向きにヘッドから離れると仮定するならば、これは、フリー層の磁気モーメント245をヘッドの外へと下に回転させる。これが、磁気モーメント245および256をより平行にし、それが第二のトンネル接合センサ220の抵抗を減らす。トンネル接合センサ218および220の抵抗はいずれも低下し、合わされて、より低い抵抗をセンス電流 I_s に提供する。信号フィールド H_1 および H_2 の方向が逆転するならば、第一および

17

第二のトンネル接合センサ218および220の抵抗はいずれも増大して合わさり、センス電流 I_s に対するセンサの抵抗を増す。したがって、信号は有意に増大し、回路中のノイズは同相除去によって減少する。トンネル接合センサ218および220の抵抗の変化は、処理回路によってプレイバック信号として処理される。

【0021】図13は、以下さらに詳細に論じる、トンネル接合センサ218および220に代えて第一および第二のスピン・バルブ・センサが使用され、処理回路50への接続が異なることを除き図11の実施態様200と同じである、本発明のもう一つの実施態様300を示す図である。スピン・バルブ・センサ302および304は、スピン・バルブ・センサ302がバリア層222の代わりに導電性の非磁性スペーサ層(S)306を使用し、スピン・バルブ・センサ304がバリア層240の代わりに導電性の非磁性スペーサ層(S)308を使用することを除き、トンネル接合センサ218および220と同じである。図13に示すように、第一のリード310が第一のスピン・バルブ・センサ302を処理回路50に接続し、第二のリード312が第二のスピン・バルブ・センサ304を処理回路50に接続している。第一および第二のリード310および312は、好ましくは、米国特許第5,018,037号にさらに記載されている連続接合によってスピン・バルブ・センサ302および304のエンド・エッジに接続される。したがって、センス電流 I_s は、一方のエッジで第一のスピン・バルブ・センサ302に入り、反対側のエッジから第一のスピン・バルブ・センサを出、そこからヨーク202の頂部を通過して導通され、そこから一方のエッジで第二のスピン・バルブ・センサ304に入り、反対側のエンド・エッジから第二のスピン・バルブ・センサを出、そこからリード312によって処理回路50に戻される。したがって、図11の実施態様200と同じく、第一および第二のスピン・バルブ・センサ302および304と処理回路50とは互いに直列である。フィールド信号 H_1 および H_2 を受けると、図13の実施態様300の動作は、図11の実施態様の動作と本質的に同じである。

【0022】図14は、読み取りヘッド200/300を回転磁気ディスク、たとえば図1のディスク34のトラック400の一部と組み合わせて示す図である。トラック400は、ディスク表面に対して平行に左から右または右から左に送られる磁気インプレッションを水平方向に記録されている。磁気インプレッションどうしが合う場所は、遷移部、たとえば遷移部402および404として知られている。これらの遷移部の間の距離は、ABSでの読み取りヘッドのエンド・エッジ間の d_2 に等しい d_3 である。図14に示す構造で、エンド・エッジ210は、プラスになるフィールド信号を受け、エンド・エッジ212は、図11および13に示すものに対応

18

し、先に論じたようにセンサの抵抗の低下を生じさせるマイナスになるフィールド信号を受ける。トラック400が右から左に動くと同時にエンド・エッジ210および212が次の遷移部で次のフィールド信号を受けると、先に論じたようにセンサの抵抗は増大する。

【0023】図15は、読み取りヘッド200/300を、ディスク表面に対して垂直に上または下を向く磁気インプレッションを垂直方向に記録されるディスクのトラック500と組み合わせて示す図である。磁気インプレッション間の遷移部の例を502、504および506で示す。この実施態様では、エンド・エッジ210および212は、遷移部と遷移部との中間に位置している。たとえば、210は、遷移部502と504との中間に位置し、エンド・エッジ212は、遷移部504と506との中間に位置し、遷移部の中間と中間との距離は、エンド・エッジ210と212との間の距離 d_2 に等しい d_3 である。

【0024】結論

ピン層構造226および244は、これらのピン層構造が互いに対して位相外れであるならば、図11および13に示すものとは異なるふうに構成してもよいことが理解されよう。たとえば、ピン層構造それぞれは、磁気モーメントが互いに対して反平行であるシングルピン層であってもよい。この場合、ピニング層230および252は、磁気モーメントを、第一のピニング層のセットに干渉することなく別々にセットすることができるよう、異なるブロッキング温度を有しなければならない。ブロッキング温度とは、ピニング層の磁気スピンの存在で回転することができる温度である。たとえば、第一のピニング層230は、160℃のブロッキング温度を有する鉄マンガニウム(FeMn)であってもよく、第二のピニング層252は、350℃のブロッキング温度を有する白金マンガニウム(PtMn)であってもよい。したがって、ピニング層230は、ピニング層252よりもブロッキング温度が低く、それは、ピニング層252の磁気スピンを第一のピニング層230の磁気スピンの前にセットしなければならないことを意味する。一例として、部分的に完成したヘッドを、磁気モーメント256と同じ方向に向く磁場の存在で、第一のピニング層252のブロッキング温度又はそれに近い温度に付す。この加熱および磁場が終了すると、ピニング層252の磁気スピンは、磁気モーメント256に対して平行に向く。そして、部分的に完成したヘッドを、磁気モーメント232と同じ方向に向く磁場の存在で、より低い160℃の温度に付すと、ピニング層230の磁気スピンは、磁気モーメント232に対して平行に向く。第一および第二のセンサの磁気モーメントは反平行であるため、それらは、互いに対して位相外れであり、上記のとおり機能する。もう一つの方法は、センサの一つが三重APピニング層構造を使用し、第二のセンサが二重APピニング

19

層構造を使用する方法であろう。この最後の方法は、両センサが、ピン層構造から発生する非常に低い減磁場を有することを可能にし、それが、フリー層の磁気モーメントをABSに対して平行により正しく偏らせるということがわかる。ここでもまた、分離層（バリア層であろうとスペーサ層であろうと）に隣接する磁気モーメントは、上記のとおり反平行になる。

【0025】これらの教示を考慮すると、本発明の他の実施態様および変形が当業者によって容易に想到されるであろう。したがって、本発明は、詳細な説明および添付図面と併せて考察されるそのような実施態様および変形をすべて含む請求の範囲のみによって限定される。

【0026】まとめとして、本発明の構成に関して以下の事項を開示する。

(1) 空気ベアリング面(ABS)を有する読み取りヘッドであって、前記ヘッド内の、前記ABSから距離 d_1 の場所で相互接続された第一および第二の脚を有し、前記第一および第二の脚が、前記ABSに位置し、距離 d_2 だけ離間した第一および第二のエンド・エッジをそれぞれ有するものであるヨークを含み、前記第一および第二の脚が、各脚の脚部を磁気的および電気的に切り離す、前記ABSと前記距離 d_1 との間に位置する第一および第二の分離距離をそれぞれ有し、前記第一の分離距離を経て前記第一の脚に磁気的および電気的に接続された第一のセンサおよび前記第二の分離距離を経て前記第二の脚に磁気的および電気的に接続された第二のセンサを含み、前記第一のセンサが第一のピン層構造を有し、前記第二のセンサが第二のピン層構造を有し、前記第一および第二のピン層構造が、互いに対して反平行である第一および第二の磁気モーメントをそれぞれ有する読み取りヘッド。

(2) 前記第一のピン層構造が反平行(AP)ピン層構造であり、前記第二のピン層構造が単層ピン層構造である、上記(1)記載の読み取りヘッド。

(3) 前記距離 d_2 が、磁気ディスクのトラック上の磁気インプレッション間の距離に等しい、上記(2)記載の読み取りヘッド。

(4) 前記第一および第二のセンサをそれぞれ処理回路に相互接続してセンス電流を両センサに導通するための第一および第二のリードを含む、上記(3)記載の読み取りヘッド。

(5) 各センサがトンネル接合センサである、上記

(4)記載の読み取りヘッド。

(6) 各センサがスピン・バルブ・センサである、上記(4)記載の読み取りヘッド。

(7) 空気ベアリング面(ABS)を有する磁気読み取りヘッドであって、磁気モーメントを有する強磁性ピン層構造、前記ピン層構造の前記磁気モーメントをピンングするための、前記ピン層構造に交換結合されたピンング層、フリー層および前記フリー層と前記ピン層構造と

20

の間に位置する分離層を含む第一のセンサと、磁気モーメントを有する強磁性ピン層構造、前記ピン層構造の前記磁気モーメントをピンングするための、前記ピン層構造に交換結合されたピンング層、フリー層および前記フリー層と前記ピン層構造との間に位置する分離層を含む第二のセンサと、前記ヘッド内の、前記ABSから距離 d_1 の場所で相互接続された第一および第二の脚を有し、前記第一および第二の脚が、前記ABSに位置し、距離 d_2 だけ離間した第一および第二のエンド・エッジをそれぞれ有するものであるヨークとを含み、前記第一および第二の脚が、前記第一および第二の脚の脚部を磁気的および電気的に切り離す、前記ABSと前記距離 d_1 との間に位置する第一および第二の分離距離をそれぞれ有し、前記第一のセンサが、前記第一の分離距離を経て前記第一の脚に磁気的および電気的に接続され、前記第二のセンサが、前記第二の分離距離を経て前記第二の脚に磁気的および電気的に接続され、前記第一のセンサの前記ピン層構造が磁気モーメントを有し、前記第二のセンサの前記ピン層構造が磁気モーメントを有し、前記第一および第二のセンサの前記ピン層構造の前記磁気モーメントが互いに対して反平行である磁気読み取りヘッド。

(8) 第一および第二の非磁性非導電性読み取りギャップ層を含み、前記ヨークおよび前記センサが前記第一および第二の読み取りギャップ層の間に位置し、第一および第二の強磁性シールド層を含み、前記第一および第二の読み取りギャップ層が前記第一および第二のシールド層の間に位置する、上記(7)記載の磁気読み取りヘッド。

(9) 前記第二のセンサの前記ピン層構造が、前記第二のセンサの前記ピンング層と接する第一の強磁性反平行(AP)ピン層および前記第二のセンサの前記分離層と接する第二の強磁性反平行(AP)ピン層と、前記第一および第二のAPピン層の間に位置し、それらと接する反平行(AP)結合層とを含む反平行(AP)ピン層構造である、上記(8)記載の磁気読み取りヘッド。

(10) 前記距離 d_2 が、磁気ディスクのトラック上の磁気インプレッション間の距離に等しい、上記(9)記載の磁気読み取りヘッド。

(11) 前記第一および第二のセンサの前記分離層それぞれが非磁性電気絶縁性バリア層であり、前記第一および第二のリードが、前記センス電流を前記センサの前記層の主薄膜面に対して垂直に前記センサに導通するため、前記センサに接続されている、上記(10)記載の磁気読み取りヘッド。

(12) 前記第一および第二のセンサの前記分離層それぞれが非磁性導電性スペーサ層であり、センス電流を前記センサの前記層の主薄膜面に対して平行に前記センサに導通するための、前記センサに接続された第一および第二のリードを含む、上記(10)記載の磁気読み取り

ヘッド。

(13) 空気ベアリング面(ABS)を有する磁気ヘッド・アセンブリであって、磁極先端部とバック・ギャップ部との間に位置するヨーク部を有する第一および第二の強磁性磁極片層、前記第一および第二の磁極片層の前記磁極先端部の間に位置する非磁性書き込みギャップ層および前記第一および第二の磁極片層の前記ヨーク部の間に位置する、その中に埋め込まれた少なくとも一つのコイル層を有する絶縁スタックを含み、前記第一および第二の磁極片層がそれらのバック・ギャップ部で接続されているものである書き込みヘッドと、磁気モーメントを有する強磁性ピン層構造、前記ピン層構造の前記磁気モーメントをビニングするための、前記ピン層構造に交換結合されたビニング層、フリー層および前記フリー層と前記ピン層構造との間に位置する分離層を含む第一のセンサ、磁気モーメントを有する強磁性ピン層構造、前記ピン層構造の前記磁気モーメントをビニングするための、前記ピン層構造に交換結合されたビニング層、フリー層および前記フリー層と前記ピン層構造との間に位置する分離層を含む第二のセンサを含む読み取りヘッドと、前記ヘッド内の、前記ABSから距離 d_1 の場所で相互接続された第一および第二の脚を有し、前記第一および第二の脚が、前記ABSに位置し、距離 d_2 だけ離間した第一および第二のエンド・エッジをそれぞれ有するものであるヨークとを含み、前記第一および第二の脚が、前記第一および第二の脚の脚部を磁気的および電気的に切り離す、前記ABSと前記距離 d_1 との間に位置する第一および第二の離隔距離をそれぞれ有し、前記第一のセンサが、前記第一の離隔距離を経て前記第一の脚に磁気的および電気的に接続され、前記第二のセンサが、前記第二の離隔距離を経て前記第二の脚に磁気的および電気的に接続され、前記第一のセンサの前記ピン層構造が磁気モーメントを有し、前記第二のセンサの前記ピン層構造が磁気モーメントを有し、前記第一および第二のセンサの前記ピン層構造の前記磁気モーメントが互いに対して反平行であり、第一および第二の非磁性非導電性読み取りギャップ層を含み、前記ヨークおよび前記センサが、前記第一および第二の読み取りギャップ層の間に位置し、第一の強磁性シールド層を含み、前記第一および第二のギャップ層が前記第一のシールド層と前記第一の磁極片層との間に位置する磁気ヘッド・アセンブリ。

(14) 第二の強磁性シールド層と、前記第二のシールド層と前記第一の磁極片層との間に位置する非磁性絶縁層とを含む、上記(13)記載の磁気ヘッド・アセンブリ。

(15) 前記第二のセンサの前記ピン層構造が、前記第二のセンサの前記ビニング層と接する第一の強磁性反平行(AP)ピン層および前記第二のセンサの前記分離層と接する第二の強磁性反平行(AP)ピン層と、前記第

一および第二のAPピン層の間に位置し、それらと接する反平行(AP)結合層とを含む反平行(AP)ピン層構造である、上記(13)記載の磁気ヘッド・アセンブリ。

(16) 前記距離 d_2 が、磁気ディスクのトラック上の磁気インプレッション間の距離に等しい、上記(15)記載の磁気ヘッド・アセンブリ。

(17) 前記第一および第二のセンサの前記分離層それぞれが非磁性電気絶縁性バリア層であり、前記第一および第二のリードが、前記センス電流を前記センサの前記層の主薄膜面に対して垂直に前記センサに導通するため、前記センサに接続されている、上記(16)記載の磁気読み取りヘッド・アセンブリ。

(18) 前記第一および第二のセンサの前記分離層それぞれが非磁性導電性スペーサ層であり、センス電流を前記センサの前記層の主薄膜面に対して平行に前記センサに導通するための、前記センサに接続された第一および第二のリードを含む、上記(16)記載の磁気ヘッド・アセンブリ。

(19) 空気ベアリング面(ABS)を有し、書き込みヘッドおよび読み取りヘッドを含む少なくとも一つの磁気ヘッド・アセンブリを含む磁気ディスク・ドライブであって、磁極先端部とバック・ギャップ部との間に位置するヨーク部を有する第一および第二の強磁性磁極片層、前記第一および第二の磁極片層の磁極先端部の間に位置する非磁性書き込みギャップ層および前記第一および第二の磁極片層の前記ヨーク部の間に位置する、その中に埋め込まれた少なくとも一つのコイル層を有する絶縁スタックを含み、前記第一および第二の磁極片層がそれらのバック・ギャップ部で接続されているものである書き込みヘッドと、磁気モーメントを有する強磁性ピン層構造、前記ピン層構造の前記磁気モーメントをビニングするための、前記ピン層構造に交換結合されたビニング層、フリー層および前記フリー層と前記ピン層構造との間に位置する分離層を含む第一のセンサ、磁気モーメントを有する強磁性ピン層構造、前記ピン層構造の前記磁気モーメントをビニングするための、前記ピン層構造に交換結合されたビニング層、フリー層および前記フリー層と前記ピン層構造との間に位置する分離層を含む第二のセンサ、を含む読み取りヘッドと、前記ヘッド内の、前記ABSから距離 d_1 の場所で相互接続された第一および第二の脚を有し、前記第一および第二の脚が、前記ABSに位置し、距離 d_2 だけ離間した第一および第二のエンド・エッジをそれぞれ有するものであるヨークとを含み、前記第一および第二の脚が、前記第一および第二の脚の脚部を磁気的および電気的に切り離す、前記ABSと前記距離 d_1 との間に位置する第一および第二の離隔距離をそれぞれ有し、前記第一のセンサが、前記第一の離隔距離を経て前記第一の脚に磁気的および電気的に接続され、前記第二のセンサが、前記第二の離隔

23

距離を経て前記第二の脚に磁気的および電氣的に接続され、前記第一のセンサの前記ピン層構造が磁気モーメントを有し、前記第二のセンサの前記ピン層構造が磁気モーメントを有し、前記第一および第二のセンサの前記ピン層構造の前記磁気モーメントが互いに対して反平行であり、第一および第二の非磁性非導電性読み取りギャップ層を含み、前記ヨークおよび前記センサが前記第一および第二の読み取りギャップ層の間に位置し、第一の強磁性シールド層を含み、前記第一および第二のギャップ層が前記第一のシールド層と前記第一の磁極片層との間に位置し、ハウジングと、前記ハウジング中に回転可能に支持され、複数のトラック上に一連の磁気インプレッションを、前記距離 d_2 に等しいインプレッション間の距離 d_3 で有する磁気ディスクと、前記磁気ヘッド・アセンブリが前記磁気ディスクとで変換関係になるよう前記ABSが前記磁気ディスクと接する状態で磁気ヘッド・アセンブリを支持するための、前記ハウジングに取り付けられた支持体と、前記磁気ディスクを回転させるためのスピンドル・モータと、前記磁気ヘッドを前記磁気ディスクに対して複数の位置に移動させるための、前記支持体に接続されたアクチュエータ配置手段と、前記磁気ヘッドとで交信し、前記磁気ディスクの動きを制御し、前記磁気ヘッドの位置を制御するための、前記磁気ヘッド、前記スピンドル・モータおよび前記アクチュエータに接続されたプロセッサとを含む磁気ディスク・ドライブ。

(20) 第二の強磁性シールド層と、前記第二のシールド層と前記第一の磁極片層との間に位置する非磁性絶縁層とを含む、上記(19)記載の磁気ディスク・ドライブ。

(21) 前記第二のセンサの前記ピン層構造が、前記第二のセンサの前記ピニング層と接する第一の強磁性反平行(AP)ピン層および前記第二のセンサの前記分離層と接する第二の強磁性反平行(AP)ピン層と、前記第一および第二のAPピン層の間に位置し、それらと接する反平行(AP)結合層とを含む反平行(AP)ピン層構造である、上記(19)記載の磁気ディスク・ドライブ。

(22) 前記第一および第二のセンサの前記分離層それぞれが非磁性電気絶縁性バリア層として形成されており、前記センス電流が前記センサの前記層の主薄膜面に対して垂直に前記センサに導通されるよう、前記第一および第二のリードが前記センサに接続されている、上記(21)記載の磁気ディスク・ドライブ。

(23) 前記第一および第二のセンサの前記分離層それぞれが非磁性導電性スペーサ層として形成されており、センス電流が前記センサの前記層の主薄膜面に対して平行に前記センサに導通されるよう、第一および第二のリードが前記センサに接続されている、上記(21)記載の磁気ディスク・ドライブ。

24

(24) 空気ベアリング面(ABS)を有する読み取りヘッドの製造方法であって、前記ヘッド内の、前記ABSから距離 d_1 の場所で相互接続された第一および第二の脚を有し、前記第一および第二の脚が、前記ABSに位置し、距離 d_2 だけ離間した第一および第二のエンド・エッジをそれぞれ有するものであるヨークを形成するステップと、前記第一および第二の脚を、各脚の脚部を磁気的および電氣的に切り離す、それぞれ前記ABSと前記距離 d_1 との間の第一および第二の離隔距離をもって形成するステップと、第一のセンサを前記第一の離隔距離を経て前記第一の脚に磁気的および電氣的に接続し、第二のセンサを前記第二の離隔距離を経て前記第二の脚に磁気的および電氣的に接続するステップと、前記第一のセンサを第一のピン層構造で形成し、前記第二のセンサを第二のピン層構造で形成するステップとを含み、前記第一および第二のピン層構造が、互いに対して反平行である第一および第二の磁気モーメントをそれぞれ有する方法。

(25) 前記第一のピン層構造を反平行(AP)ピン層構造として形成し、前記第二のピン層構造を単層ピン層構造として形成する、上記(24)記載の読み取りヘッド製造方法。

(26) 前記距離 d_2 を、磁気ディスクのトラック上の磁気インプレッション間の距離に等しく形成する、上記(25)記載の読み取りヘッド製造方法。

(27) 第一および第二のリードをそれぞれ前記第一および第二のセンサに接続してセンス電流を両センサに導通するステップを含む、上記(26)記載の読み取りヘッド製造方法。

(28) 各センサをトンネル接合センサとして形成する、上記(27)記載の読み取りヘッド製造方法。

(29) 各センサをスピン・バルブ・センサとして形成する、上記(27)記載の読み取りヘッド製造方法。

(30) 空気ベアリング面(ABS)を有する磁気読み取りヘッドの製造方法であって、磁気モーメントを有する強磁性ピン層構造を形成するステップ、前記ピン層構造の前記磁気モーメントをピニングするための、前記ピン層構造に交換結合されたピニング層を形成するステップ、フリー層を形成するステップおよび前記フリー層と前記ピン層構造との間に分離層を形成するステップを含む、第一のセンサを形成するステップと、磁気モーメントを有する強磁性ピン層構造を形成するステップ、前記ピン層構造の前記磁気モーメントをピニングするための、前記ピン層構造に交換結合されたピニング層を形成するステップ、フリー層を形成するステップおよび前記フリー層と前記ピン層構造との間に分離層を形成するステップを含む、第二のセンサを形成するステップと、前記ヘッド内の、前記ABSから距離 d_1 の場所で相互接続された第一および第二の脚を有し、前記第一および第二の脚が、前記ABSに位置し、距離 d_2 だけ離間した

25

第一および第二のエンド・エッジをそれぞれ有するものであるヨークを形成するステップと、前記第一および第二の脚を、前記第一および第二の脚の脚部を磁気的および電気的に切り離す、それぞれ前記ABSと前記距離 d_1 との間の第一および第二の隔離距離をもって形成するステップと、前記第一のセンサを前記第一の隔離距離を経て前記第一の脚に磁気的および電気的に接続し、前記第二のセンサを前記第二の隔離距離を経て前記第二の脚に磁気的および電気的に接続するステップと、磁気モーメントを有する前記第一のセンサの前記ピン層構造を形成し、磁気モーメントを有する前記第二のセンサの前記ピン層構造を形成するステップとを含み、前記第一および第二のセンサの前記ピン層構造の前記磁気モーメントが互いに対して反平行である磁気読み取りヘッド製造方法。

(31) 第一および第二の非磁性非導電性読み取りギャップ層を形成するステップと、前記第一および第二の読み取りギャップ層の間に前記ヨークおよび前記センサを形成するステップと、第一および第二の強磁性シールド層を形成するステップと、前記第一および第二のシールド層の間に前記第一および第二の読み取りギャップ層を形成するステップとを含む、上記(30)記載の磁気読み取りヘッド製造方法。

(32) 前記第二のセンサの前記ピン層構造を、前記第二のセンサの前記ピニング層と接する第一の強磁性反平行(AP)ピン層および前記第二のセンサの前記分離層と接する第二の強磁性反平行(AP)ピン層を形成するステップと、前記第一および第二のAPピン層の間に位置し、それらと接する反平行(AP)結合層を形成するステップとによって製造する、上記(31)記載の磁気読み取りヘッド製造方法。

(33) 前記距離 d_2 を、磁気ディスクのトラック上の磁気インプレッション間の距離に等しく形成する、上記(32)記載の磁気読み取りヘッド製造方法。

(34) 前記第一および第二のセンサの前記分離層それぞれを非磁性電気絶縁性バリア層として形成するステップと、前記センス電流が前記センサの前記層の主薄膜面に対して垂直に前記センサに導通されるよう、前記第一および第二のリードを前記センサに接続するステップとを含む、上記(33)記載の磁気読み取りヘッド製造方法。

(35) 前記第一および第二のセンサの前記分離層それぞれを非磁性導電性スペーサ層として形成するステップと、センス電流が前記センサの前記層の主薄膜面に対して平行に前記センサに導通されるよう、第一および第二のリードを前記センサに接続するステップとを含む、上記(33)記載の磁気読み取りヘッド製造方法。

(36) 空気ベアリング面(ABS)を有する磁気ヘッド・アセンブリの製造方法であって、磁極先端、ヨークおよびバック・ギャップ領域中(前記ヨーク領域が前記

26

磁極先端領域と前記バック・ギャップ領域との間に位置する)に第一および第二の強磁性磁極片層を形成するステップ、前記第一および第二の磁極片層の間に前記磁極先端領域に非磁性非導電性書き込みギャップ層を形成するステップ、前記第一および第二の磁極片層の間に前記ヨーク領域に埋め込まれた少なくとも一つのコイル層を有する絶縁スタックを形成するステップおよび前記第一および第二の磁極片層を前記バック・ギャップ領域で接続するステップを含む、書き込みヘッドを製造するステップと、磁気モーメントを有する強磁性ピン層構造を形成するステップ、前記ピン層構造の前記磁気モーメントをピニングするための、前記ピン層構造に交換結合されたピニング層を形成するステップ、フリー層を形成するステップおよび前記フリー層と前記ピン層構造との間に分離層を形成するステップを含む、第一のセンサを形成するステップならびに磁気モーメントを有する強磁性ピン層構造を形成するステップ、前記ピン層構造の前記磁気モーメントをピニングするための、前記ピン層構造に交換結合されたピニング層を形成するステップ、フリー層を形成するステップおよび前記フリー層と前記ピン層構造との間に分離層を形成するステップを含む、第二のセンサを形成するステップを含む、読み取りヘッドを形成するステップと、前記ヘッド内の、前記ABSから距離 d_1 の場所で相互接続された第一および第二の脚を有し、前記第一および第二の脚が、前記ABSに位置し、距離 d_2 だけ離間した第一および第二のエンド・エッジをそれぞれ有するものであるヨークを形成するステップと、前記第一および第二の脚を、それぞれ前記第一および第二の脚の脚部を磁気的および電気的に切り離す、それぞれ前記ABSと前記距離 d_1 との間の第一および第二の隔離距離をもって形成するステップと、前記第一のセンサを前記第一の隔離距離を経て前記第一の脚に磁気的および電気的に接続し、前記第二のセンサを前記第二の隔離距離を経て前記第二の脚に磁気的および電気的に接続するステップと、磁気モーメントを有する前記第一のセンサの前記ピン層構造を形成し、磁気モーメントを有する前記第二のセンサの前記ピン層構造を形成するステップとを含む、前記第一および第二のセンサの前記ピン層構造の前記磁気モーメントが互いに対して反平行である、磁気ヘッド・アセンブリ製造方法。

(37) 第二の強磁性シールド層を形成するステップと、前記第二のシールド層と前記第一の磁極片層との間に非磁性絶縁層を形成するステップとを含む、上記(36)記載の磁気ヘッド・アセンブリ製造方法。

(38) 前記第二のセンサの前記ピン層構造を、前記第二のセンサの前記ピニング層と接する第一の強磁性反平行(AP)ピン層および前記第二のセンサの前記分離層と接する第二の強磁性反平行(AP)ピン層を形成するステップと、前記第一および第二のAPピン層の間に位置し、それらと接する反平行(AP)結合層を形成する

27

ステップとによって形成する、上記（３６）記載の磁気ヘッド・アセンブリ製造方法。

（３９）前記距離 d_2 を、磁気ディスクのトラック上の磁気インプレッション間の距離に等しく形成する、上記（３８）記載の磁気ヘッド・アセンブリ製造方法。

（４０）前記第一および第二のセンサの前記分離層それぞれを非磁性電気絶縁性バリア層として形成するステップと、前記センス電流が前記センサの前記層の主薄膜面に対して垂直に前記センサに導通されるよう、前記第一および第二のリードを前記センサに接続するステップとを含む、上記（３９）記載の磁気ヘッド・アセンブリ製造方法。

（４１）前記第一および第二のセンサの前記分離層それぞれを非磁性導電性スペーサ層として形成するステップと、センス電流が前記センサの前記層の主薄膜面に対して平行に前記センサに導通されるよう、第一および第二のリードを前記センサに接続するステップとを含む、上記（３９）記載の磁気ヘッド・アセンブリ製造方法。

【図面の簡単な説明】

【図１】磁気ディスク・ドライブの一例の平面図である。

【図２】図１の２－２面から見た、スライダをディスク・ドライブの磁気ヘッドとともに示す端面図である。

【図３】多数のディスクおよび磁気ヘッドが使用されている磁気ディスク・ドライブの立面図である。

【図４】スライダおよび磁気ヘッドを支持するためのサスペンション・システムの一例を示す斜視図である。

【図５】図２の５－５面から見た、磁気ヘッドのABS図である。

【図６】図２の６－６面から見た、スライダおよびビギンバック磁気ヘッドの部分図である。

【図７】図２の７－７面から見た、スライダおよび組み合わせ磁気ヘッドの部分図である。

【図８】ビギンバック磁気ヘッドの読み取りおよび書き込み要素を示す、図６の８－８面から見たスライダの部分ABS図である。

28

* 【図９】組み合わせ磁気ヘッドの読み取りおよび書き込み要素を示す、図７の９－９面から見たスライダの部分ABS図である。

【図１０】コイル層およびリードよりも上のすべての材料を除いた図６または７の１０－１０面から見た図である。

【図１１】１対のトンネル接合センサが使用されている本発明の側面図である。

【図１２】図１１の１２－１２面から見た図である。

【図１３】１対のスピン・バルブ・センサが使用されている本発明の側面図である。

【図１４】本発明を磁気ディスク上で水平方向に記録されるトラックと組み合わせた例を示す図である。

【図１５】本発明を磁気ディスク上で垂直方向に記録されるトラックと組み合わせた例を示す図である。

【符号の説明】

５０ 処理回路

２０２ ヨーク

２０４ 第一の脚

２０６ 第二の脚

２０８ クロス・ピース

２１０ 第一のエンド・エッジ

２１２ 第二のエンド・エッジ

２１４ 第一の離隔距離

２１６ 第二の離隔距離

２１８ トンネル接合センサ

２２０ トンネル接合センサ

２２２、２４０ バリア層

２２４、２４２ フリー層

２２６、２４８、２５０ ピン層

２２８、２３２、２４５、２５４、２５６ 磁気モーメント

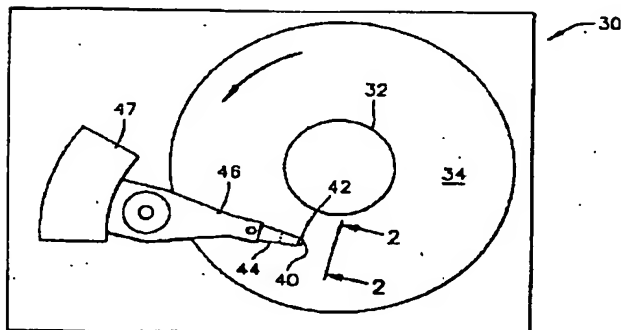
２３０、２５２ ビニング層

２４４ ピン層構造

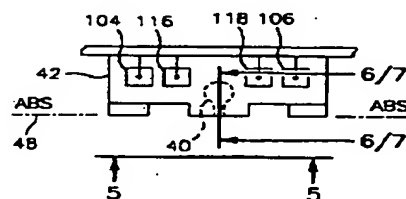
２４６ 反平行結合層

２６０、２６２ リード

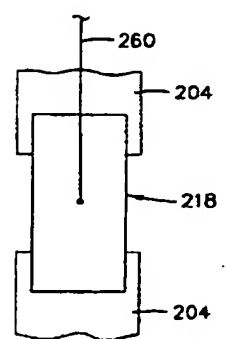
【図１】



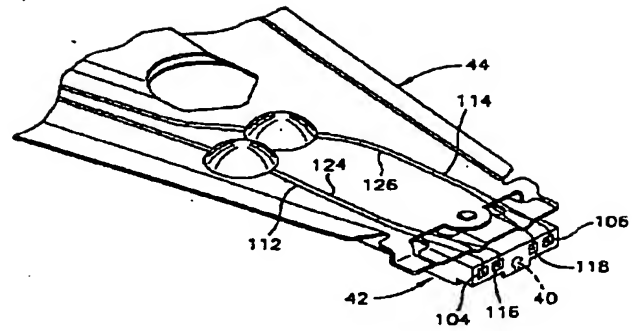
【図２】



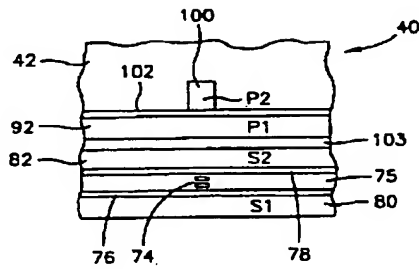
【図１２】



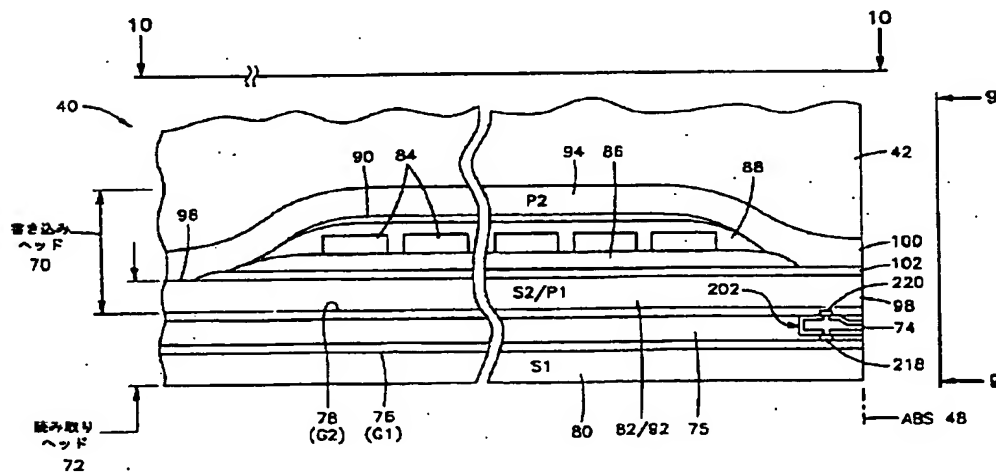
【圖 4】



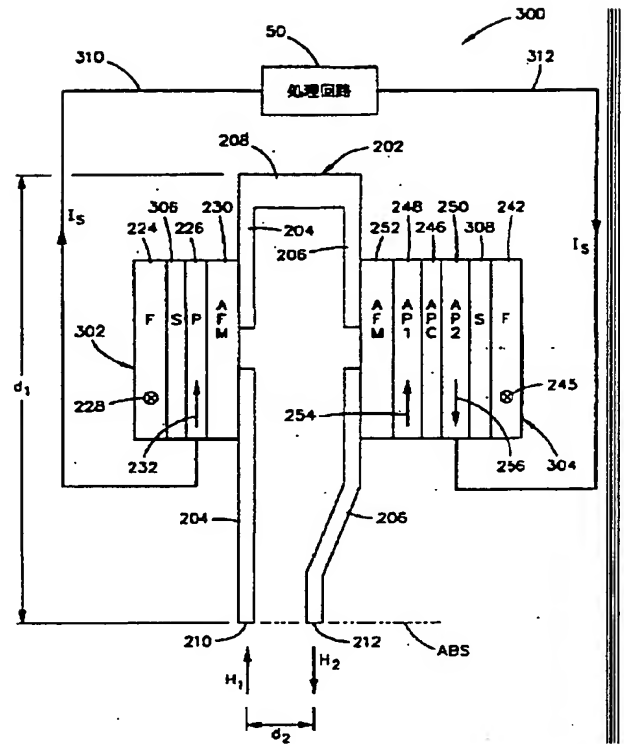
【圖 8】



【圖 7】



【图 13】



A cross-sectional view of a device. A central vertical structure 208 is positioned between two side blocks 218 and 220. A dashed line 210 is located above a base 500. The base 500 consists of a series of alternating regions 502 and 506, separated by regions 504. Arrows indicate the direction of light or signal flow through these regions. A dimension d_3 is indicated between two regions 504.

【手続補正書】

【提出日】平成13年11月8日(2001.11.8)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の名称

【補正方法】変更

【補正内容】

【発明の名称】 差動ヨーク型読み取りヘッド

フロントページの続き

(72)発明者 ハーダヤル・サイ・ギル
アメリカ合衆国94028 カリフォルニア州、
ポートラ・バレイ、 グローブ・ドライ
ブ 10

Fターム(参考) 5D034 BA03 BA08 BA15 BB08 DA07